

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-307137

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01M 10/48  
B60L 11/18  
G01R 19/165  
G01R 31/36  
H02J 7/00

(21)Application number : 10-104657

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 15.04.1998

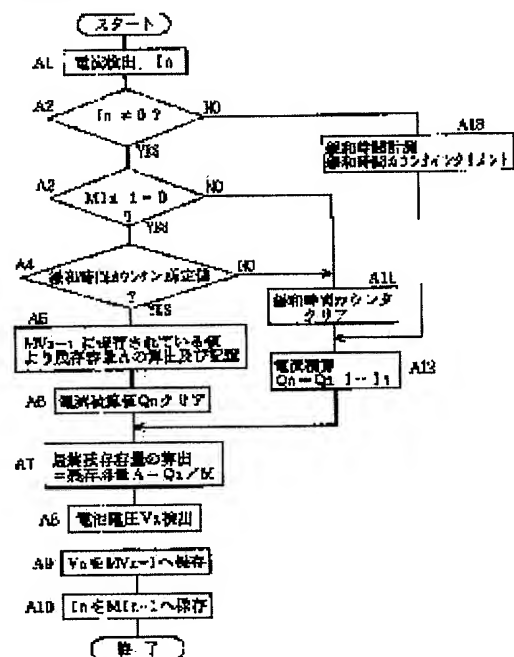
(72)Inventor : YOSHIDA HIDEJI

## (54) REMAINING CAPACITY DETECTION DEVICE FOR SECONDARY BATTERY

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To keep the detection accuracy of remaining capacity at a certain degree or higher even in the case of some dispersion in relaxation time of a secondary battery.

**SOLUTION:** A computing element detects a remaining capacity A based on a battery terminal voltage  $V_n$  stored in a memory immediately before charging and discharging is restarted when the period from a state that the charging and discharging to a battery was stopped until it has been restarted (relaxation time) exceeds 10 minutes (steps A4, A5). In addition, a battery current value  $I_n$  detected at every predetermined time is accumulated and when the relaxation time is not more than 10 minutes, the remaining capacity A that was detected based on the terminal voltage  $V_n$  stabilized when the relaxation time exceeded 10 minutes and stored in the memory is corrected according to an accumulated value  $Q_n$  obtained by accumulating the charging or discharging current flowing through the battery before the measurement of the relaxation time was started (steps A4, A12, A7).



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-307137

(43)公開日 平成11年(1999)11月5日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 M 10/48

H 0 1 M 10/48

P

B 6 0 L 11/18

B 6 0 L 11/18

A

G 0 1 R 19/165

G 0 1 R 19/165

M

31/36

31/36

A

H 0 2 J 7/00

H 0 2 J 7/00

X

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平10-104657

(22)出願日

平成10年(1998)4月15日

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 吉田 秀治

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

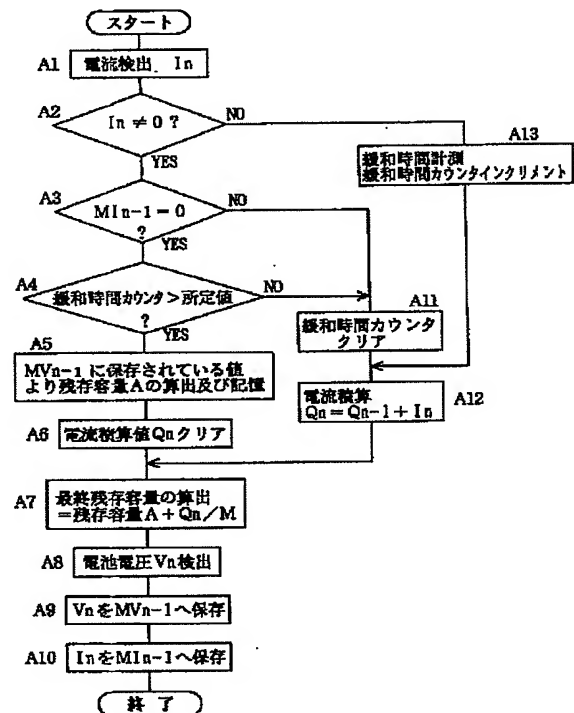
(74)代理人 弁理士 佐藤 強

(54)【発明の名称】 二次電池の残存容量検出装置

(57)【要約】

【課題】 二次電池の緩和時間にばらつきがある場合でも、残存容量の検出精度を一定以上に維持できる二次電池の残存容量検出装置を提供する。

【解決手段】 演算器は、電池に対する充放電が停止した状態から再開されるまでの時間（緩和時間）が10分を超えている場合には、充放電が再開される直前にメモリに記憶された電池の端子電圧  $V_n$  に基づいて残存容量  $A$  を検出する（ステップA4、A5）。また、所定時間毎に検出された電池の電流値  $I_n$  を積算して、緩和時間が10分以下である場合は、緩和時間が10分を超えていた時の安定した端子電圧  $V_n$  に基づいて検出されメモリに記憶されている残存容量  $A$  を、緩和時間の計測が開始される前に電池に流れていた充電または放電電流を積算した積算値  $Q_n$  に応じて補正する（ステップA4、A12、A7）。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 二次電池の端子電圧を検出する端子電圧検出手段と、

この端子電圧検出手段が検出した前記二次電池の端子電圧が記憶される電圧記憶手段と、

前記二次電池に対する充放電が停止した状態から再開されるまでの緩和時間を計測する時間計測手段と、

この時間計測手段によって計測された前記緩和時間が所定値を超えている場合は、充放電が再開される直前に前記電圧記憶手段に記憶された前記二次電池の端子電圧に基づいて前記二次電池の残存容量を検出する残存容量検出手段とを備えたことを特徴とする二次電池の残存容量検出装置。

【請求項2】 前記残存容量検出手段により検出された前記二次電池の残存容量が記憶される容量記憶手段と、前記二次電池に流れる電流値を所定時間毎に検出する電流検出手段と、

この電流検出手段によって検出された電流値を積算する電流値積算手段とを備え、

前記残存容量検出手段は、前記時間計測手段によって計測された前記緩和時間が前記所定値以下の場合は、前記容量記憶手段に記憶されている残存容量を前記電流値積算手段による電流積算値に応じて補正することで前記二次電池の残存容量を検出することを特徴とする請求項1記載の二次電池の残存容量検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばリチウムイオン電池のような二次電池の残存容量を検出する残存容量検出装置に関する。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】例えば、電気自動車に駆動用バッテリーとして搭載される二次電池に対しては、電気自動車の走行状態に応じて放電または充電が行われる。このような二次電池の残存容量を検出する方式の一つとして、その放電または充電に伴って変化する二次電池の端子電圧に基づいて検出するものがある。

【0003】しかしながら、二次電池の端子電圧のレベルは、充電または放電動作により変化した後に停止した時には、その直後のレベルが時間の経過と共に変化して行く性質があり、これが残存容量に応じたレベルに安定するまでにはある程度の時間を要する。そして、二次電池の残存容量を精度良く検出するためには、端子電圧のレベルができるだけ安定した状態、即ち、開放電圧となった状態で検出を行わなければならない。即ち、斯様な検出方式の場合には、残存容量検出の精度とその検出に要する時間の長さとは、トレードオフの関係にある。

【0004】そして、電気自動車の場合は、その走行状態により二次電池に対して充電または放電が行われない期間（緩和時間と称す）には長短があるので、緩和時間

が比較的短い場合には、残存容量の検出精度が劣化するという問題がある。

【0005】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、二次電池の緩和時間にばらつきがある場合であっても、残存容量の検出精度を一定以上に維持することができる二次電池の残存容量検出装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の二次電池の残存容量検出装置によれば、残存容量検出手段は、二次電池に対する充放電が停止した状態から再開されるまでの時間である緩和時間が所定値を超えている場合には、充放電が再開される直前に電圧記憶手段に記憶された二次電池の端子電圧に基づいて残存容量を検出する。

【0007】従って、緩和時間が所定値を超えることで二次電池の端子電圧が略安定した状態にあると判断される場合にのみ、その端子電圧に基づいて残存容量が検出されるので、二次電池の残存容量の検出精度を一定以上に維持することができる。

【0008】請求項2記載の二次電池の残存容量検出装置によれば、電流値積算手段は、電流検出手段によって所定時間毎に検出された電流値を積算し、残存容量検出手段は、緩和時間が所定値以下の場合は、容量記憶手段に記憶されている残存容量を電流積算値に応じて補正することで二次電池の残存容量を検出する。

【0009】従って、緩和時間が所定値以下であり二次電池の端子電圧が安定していない場合でも、緩和時間が所定値を超えていた時の安定した端子電圧に基づいて検出が行われ、容量記憶手段に記憶されている残存容量を、緩和時間の計測が開始される前に二次電池に流れていた充電または放電電流を積算した値に応じて補正することにより、残存容量の検出精度を一定以上に維持することができる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、例えば電気モータとガソリンエンジンとを併用して走行する所謂ハイブリッド自動車に適用した場合の一実施例について図面を参照して説明する。図4は、本発明の電氣的構成を示す機能ブロック図である。電池1は、例えば、リチウムイオン二次電池からなる単位セルを複数個直列に接続して構成されるものである。その電池1には、ガソリンエンジンによって駆動される発電機により発電された電力が、インバータ（何れも図示せず）を介して供給されて充電が行われるようになっている。

【0011】そして、電池1は、図示しないモータを駆動する前記インバータに駆動用電源を供給するようになっている。前記モータは、減速機を介して自動車の駆動輪を回転駆動するものである。

【0012】電池1の両端には、その端子電圧を検出する電圧検出器（端子電圧検出手段）2が接続されてお

り、電圧検出器2により検出された端子電圧は、マイクロコンピュータを中心として構成される演算器（時間計測手段、残存容量検出手段、電流値積算手段）3に与えられるようになっている。

【0013】また、電池1の一方の端子側には、電池1に流れる充放電電流を検出する例えば変流器などで構成される電流センサ（電流検出手段）4が介挿されており、その電流センサ4により検出された充放電電流は、電流検出器（電流検出手段）5を介して演算器3に与えられるようになっている。

【0014】演算器3は、その内部にRAMなどで構成されるメモリ（電圧記憶手段、容量記憶手段）6を備えている。また、演算器3には表示装置7が接続されている。表示装置7は、例えば自動車の運転席にあるインストルメントパネルに配置されており、演算器3により与えられる表示信号に応じて電池1の残存容量などを表示するようになっている。

【0015】次に、本実施例の作用について図1乃至図3及び図5をも参照して説明する。図1は、演算器3の制御内容を示すフローチャートであり、例えば周期 $T=100\text{ms}$ 毎に実行されるものである。以下、電池1が既にある程度充電されている状態から、放電－放電停止－充電、のプロセスを経る場合に沿って説明する。

【0016】（1）放電

演算器3は、まず、電流センサ4及び電流検出器5を介して電池1に流れる電流値 $I_n$ を検出する（ステップA1）。放電時には、電流値 $I_n$ はゼロではないのでステップA3に移行する。そして、前回の処理実行時に後述するステップA10において記憶された電流値 $M_{In-1}$ をメモリ6より読み出して、ゼロか否かを判断する。

【0017】電池1が放電継続中の状態であれば電流値 $M_{In-1}$ はゼロではないので、演算器3は、ステップA3よりステップA11に移行して、緩和時間をカウントするための緩和時間カウンタをクリアする。次に、前回の処理実行時までの電流積算値 $Q_{n-1}$ に今回検出した電流値 $I_n$ を加えて新たな電流積算値 $Q_n$ とする（ステップA12）。

【0018】そして、演算器3は、前回までの処理においてメモリ6に既に記憶されている電池1の残存容量 $A$ を読み出すと、その残存容量 $A$ を補正するために電流積算値 $Q_n$ を電池1の定格容量 $M$ で除したものを加えて、その時点における電池1の残存容量を算出する（ステップA7）。尚、放電時の電流値 $I_n$ の極性は負（－）となるように定義されているので、実質的には残存容量 $A$ に対して減算を行う補正となる。また、演算器3は、検出された残存容量をインストルメントパネルの表示装置7に表示させて、運転者に報知する。

【0019】続いて、演算器3は、電圧検出器2により電池1の端子電圧 $V_n$ を検出すると、その端子電圧 $V_n$ をメモリ6に $M_{Vn-1}$ として記憶させる（ステップA8

及びA9）。また、ステップA1で検出した電流値 $I_n$ をメモリ6に $M_{In-1}$ として記憶させると（ステップA10）処理を終了する。

【0020】以上が電池1の放電が継続中の状態における処理である。この時、ハイブリッド自動車は、（全部または一部が）モータの駆動力によって走行しており、電池1より放電された電力はインバータに駆動用電源として供給されて、モータを駆動するために消費される。

【0021】ここで、図2（a）、（b）、（c）は、  
10 夫々電池1が放電－放電停止－充電のプロセスを経る場合の電流値 $I_n$ 、端子電圧 $V_n$ 、電流積算値 $Q_n$ の変化を示すものであり、放電継続中の状態は、図2中の期間に対応している。

【0022】（2）放電停止

次に、電池1の放電が停止すると電流値 $I_n=0$ となり、演算器3は、ステップA2からA13に移行して緩和時間カウンタをインクリメントすることで、緩和時間の計測を開始する。それから、ステップA12、A7～A10へと移行する。この時、ハイブリッド自動車は、  
20 走行を停止している。

【0023】ここで、緩和時間とは、電池1に対する充放電が停止している時間である。放電停止期間は、図2中の期間に対応しており、電池1の端子電圧 $V_n$ は、放電が停止した直後の時点から僅かずつ上昇する。また、電流積算値 $Q_n$ は変化せず一定である。

【0024】（3）充電

そして、走行停止状態からハイブリッド自動車のエンジンが始動されると、エンジンが発電機を駆動することによって電池1に対する充電が開始される（図2中の期間に対応）。その他、ハイブリッド自動車では、減速時や制動時において、車輪により駆動されるモータが発電した回生電力によっても電池1は充電される。

【0025】すると、電流値 $I_n$ はゼロでなくなり、ステップA2からA3へ移行する。この場合、前回の処理でステップA10においてメモリ6に記憶された電流値 $M_{In-1}$ はゼロであるから、演算器3はステップA3で「YES」と判断して判断ステップA4に移行する。

【0026】判断ステップA4において、演算器3は、放電停止中にステップA13でインクリメントされた緩和時間カウンタの値に $100\text{ms}$ を乗じた緩和時間が、  
40 所定値を超えているか否かを判断する。所定値としては、例えば10分に設定する。

【0027】ここで、図5は、発明者が行った実測結果であり、電池1を構成する単位セル（使用電圧範囲：約 $3.0\text{V}\sim 4.2\text{V}$ ）の1つについて充放電を行った後の時間経過に伴う端子電圧の変化を示すものである。例えば、放電を行うと端子電圧は急激に低下し、放電を停止すると、その直後から暫くは急激に上昇した後に僅かずつ上昇するようになる。

50 【0028】そして、放電が停止した時点から10分程

度の時間が経過すると、端子電圧は、2時間以上が経過して略安定する値（約3.972V）から4mV（残容量で約-2.5%）以内まで達する。そして、発明者は、電池の端子電圧がこの程度の範囲に到達すれば、略安定した状態（開放電圧）にあるとみて残容量を推定しても、実用的に十分な精度を得ることができると判断した。

【0029】再び、図1を参照し、判断ステップA4において、例えば、図2（b）に示す緩和時間t1が所定値を超えている場合には、演算器3はステップA5に移行して、前回の処理でメモリ6に記憶されている端子電圧MV<sub>n-1</sub>に基づいて、電池1の残容量Aを算出する。

【0030】ここで、図3は、横軸に電池1を構成する単位セルの残容量の割合（%）を、縦軸に、その残容量の割合に応じた単位セルの端子電圧をとって示すものである。同種類の二次電池については、両者は略一定の関係を示す。

【0031】そして、演算器3は、ステップA5において、端子電圧MV<sub>n-1</sub>に応じた残容量A（残容量の割合）を図3に示す特性に応じて算出すると、その残容量Aをメモリ6に書き込んで記憶させ、メモリ6に記憶されている電流積算値Q<sub>n</sub>をゼロクリアする（ステップA6）。次に、ステップA7に移行して最終残容量を算出するが、ステップA6で電流積算値Q<sub>n</sub>はゼロクリアされているので、この場合の最終残容量は、ステップA5で算出した残容量Aに等しい。以降はステップA8～A10を実行する。

【0032】一方、ステップA4において、図2（b）に示す緩和時間t2が所定値以下の場合には、演算器3は、充放電の継続状態の場合と同様にステップA11、A12、A7～A10を実行する。即ち、この場合には、電池1の端子電圧V<sub>n</sub>はまだ安定しておらず、その安定していない端子電圧V<sub>n</sub>に基づいて残容量を算出すると、誤差が大きくなるおそれがある。

【0033】従って、この場合にも、前述したように、前回までの処理においてメモリ6に既に記憶されている電池1の残容量Aを読み出し、その残容量Aに、電流積算値Q<sub>n</sub>を電池1の定格容量Mで除したものを加えて、その時点における電池1の残容量を算出する。

【0034】以上のように本実施例によれば、演算器3は、電池1に対する充放電が停止した状態から再開されるまでの時間である緩和時間が10分を超えている場合には、充放電が再開される直前にメモリ6に記憶された電池1の端子電圧V<sub>n</sub>に基づいて残容量Aを検出するので、電池1の端子電圧V<sub>n</sub>が略安定した状態にあると判断される場合にのみその端子電圧V<sub>n</sub>に基づいて残容量Aが検出される。従って、残容量の検出精度を一定以上に維持することができる。

【0035】また、本実施例によれば、演算器3は、所

定時間毎に検出された電池1の電流値I<sub>n</sub>を積算して、緩和時間が10分以下であり電池1の端子電圧V<sub>n</sub>が安定していない場合でも、緩和時間が10分を超えていた時の安定した端子電圧V<sub>n</sub>に基づいて検出が行われメモリ6に記憶されている残容量Aを、緩和時間の計測が開始される前に電池1に流れていた充電または放電電流を積算した積算値Q<sub>n</sub>に応じて補正するようにした。従って、緩和時間の長短にかかわらず、残容量の検出精度を一定以上に維持することができる。

10 【0036】ところで、残容量を検出するためには、例えば二次電池の端子電圧について緩和時間の経過に応じて変化する特性を予め記憶しておき、二次電池の充放電が再開された時点での端子電圧から、緩和時間が十分に経過して安定した状態にある端子電圧を推定することも考えられる。

【0037】しかしながら、斯様な方式では、各二次電池について上記特性が微妙に異なることが考えられるため、平均的な特性に基づいて推定を行うと、各個別の二次電池に対しては、平均値からのずれが誤差となってしまう。従って、正確な推定を行うには、各二次電池毎に特性を計測しなければならず実用的には問題がある。また、緩和時間が1、2分程度の比較的短い場合には、端子電圧の推定精度が劣化することが予想される。従って、そのような端子電圧に基づいて検出される残容量の精度にもばらつきが生じる。

【0038】これに対して、本発明では、残容量の検出は、常に緩和時間が10分を超えた時の端子電圧に基づいて行っているため、その検出精度を略一定に保つことができるのである。

30 【0039】本発明は上記し且つ図面に記載した実施例にのみ限定されるものではなく、次のような変形または拡張が可能である。図1に示すフローチャートを、図6に示すように変形しても良い。即ち、ステップA6、A7、A8、A9、A10の並びを、ステップA6、A8、A9、A7、A10に並び換える。そして、ステップA12からはステップA7に移行するようにする。また、ステップA13の次に、ステップA4と同じ判断ステップA14を配置して、「YES」の場合はステップA8へ、「NO」の場合はステップA7へ夫々移行するようにする。斯様に変形した場合は、充放電が停止状態にあり（電流値I<sub>n</sub>=0）ステップA2→A13→A14→…と移行する場合には、電流値I<sub>n</sub>の積算を行わない。また、緩和時間が10分以下でありステップA14で「NO」と判断する場合には、残容量の検出には用いられない端子電圧V<sub>n</sub>の検出及びその端子電圧V<sub>n</sub>のメモリ6への保存は行わない。従って、メモリ6に対するアクセス頻度を減少させることができる。

50 【0040】所定値の設定は10分に限ることなく、より長く若しくはより短く設定しても良い。二次電池は、リチウムイオン電池に限ることなく、バナジウム・リチ

ウム、マンガンリチウムやリチウム・ポリマなどの他のリチウム二次電池や、或いは、ニッカド電池やニッケル水素電池等であっても良い。ハイブリッド自動車に限ることなく、電気モータのみで走行する電気自動車に適用しても良い。また、自動車に限ることなく、その他二次電池を使用するものであれば適用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における演算器の制御内容を示すフローチャート

【図2】電池が放電－放電停止－充電のプロセスを経る場合の (a) 電流値  $I_n$ 、(b) 端子電圧  $V_n$ 、(c) 電流積算値  $Q_n$  の変化を示す図

【図3】電池を構成する単位セルの残存容量 (%) と端

子電圧との関係を示す図

【図4】電気的構成を示す機能ブロック図

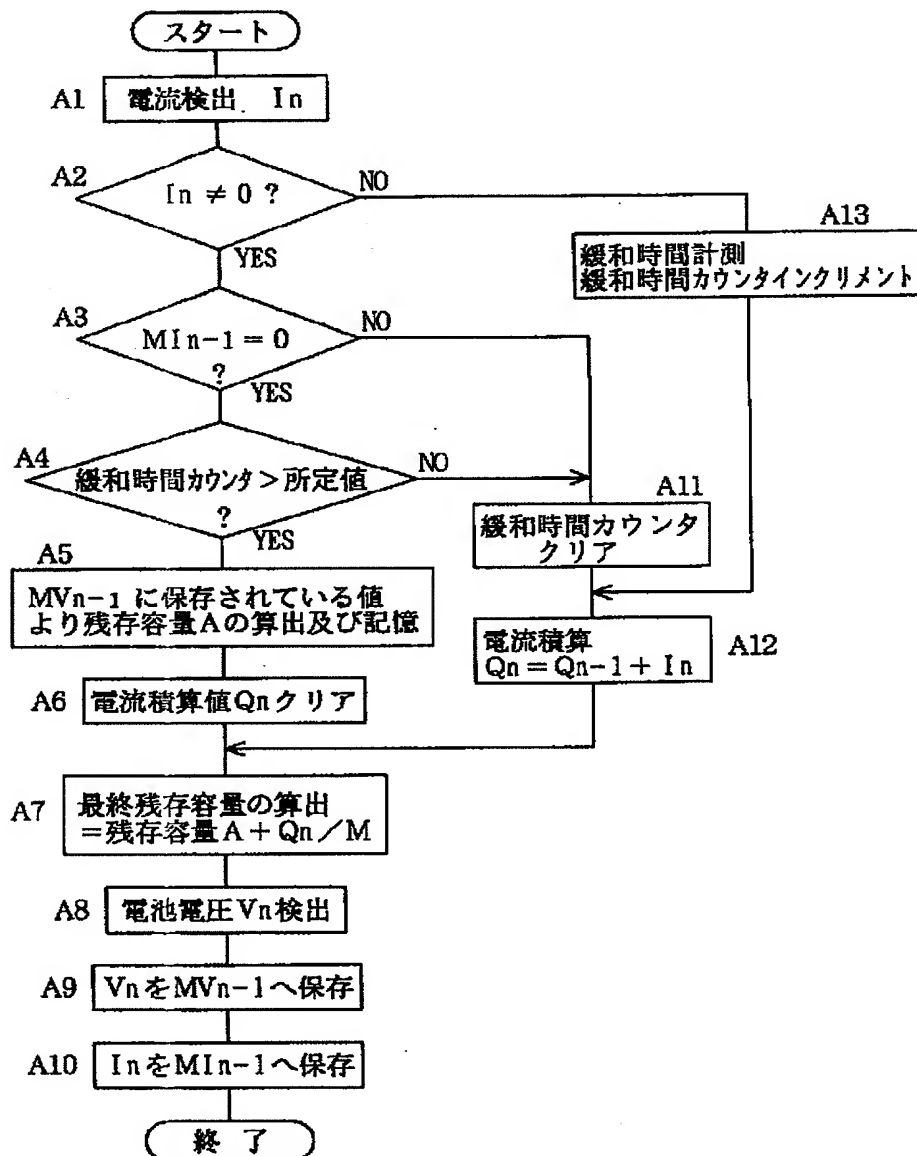
【図5】電池を構成する単位セルについて充放電を行った場合に、緩和時間の経過に対する端子電圧の変化を実測した結果を示す図

【図6】変形例を示す図1相当図

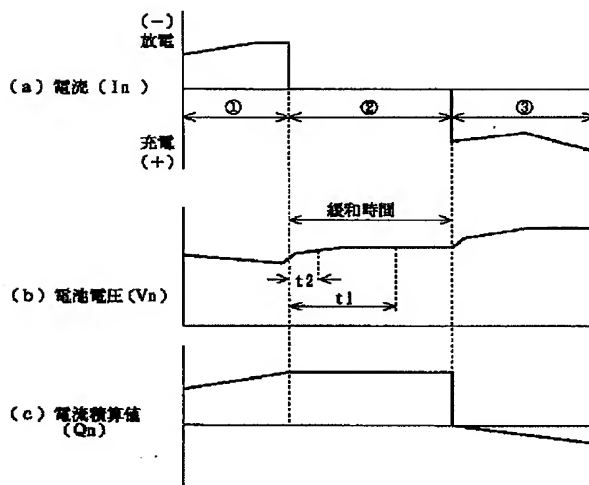
【符号の説明】

1は電池（二次電池）、2は電圧検出器（端子電圧検出手段）、3は演算器（時間計測手段、残存容量検出手段、電流値積算手段）、4は電流センサ（電流検出手段）、5は電流検出器（電流検出手段）、6はメモリ（電圧記憶手段、容量記憶手段）を示す。

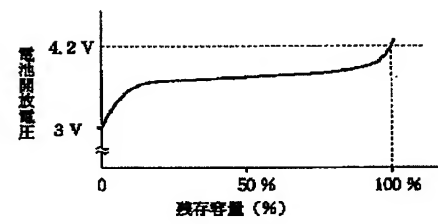
【図1】



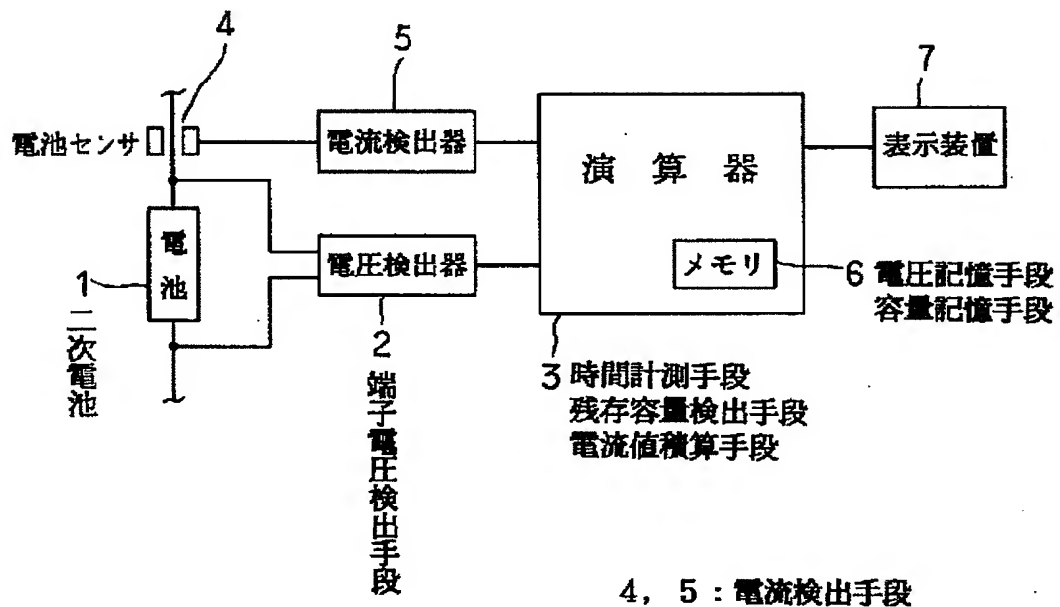
【図2】



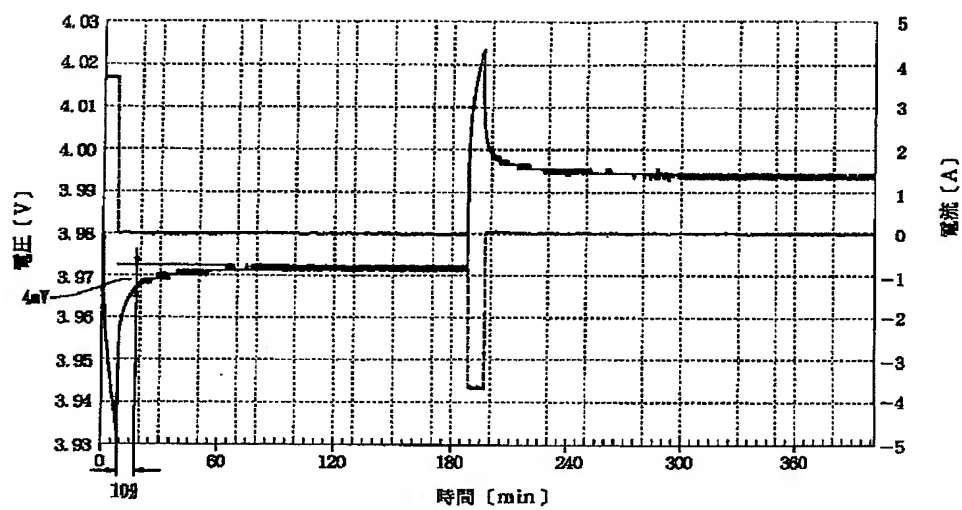
【図3】



【図4】



【図5】





【図6】

